

**Мехатронні системи і комп'ютерні технології**  
**Інформаційні технології проектування**



УДК 685.31

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ НИТОК З  
 НАПРЯМНИМИ ВЕЛИКОЮ КРИВИНИ У ВИПАДКУ НАЯВНОСТІ  
 РАДІАЛЬНОГО ОХОПЛЕННЯ**

Асп. А.М. Кириченко

Науковий керівник проф. В.Ю. Щербань

Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета і завдання.** Мета полягає в отриманні залежності вихідного натягу текстильної нитки від радіусу кривини направляючої поверхні великої кривини, вхідного натягу, кута охоплення, виду сировини [1-3] з урахуванням співвідношення радіусу перетину нитки та внутрішнього радіусу спрямовувача з урахуванням жорсткості на згин, деформації в зоні контакту, нелінійної залежності коефіцієнту тертя від вхідного натягу та радіусу кривини поверхні в нормальній площині [2, 4].

Завдання полягає в зменшенні коливання натягу нитки перед робочою зоною шляхом удосконалення конструктивних параметрів системи подачі нитки на основі оптимізації конструктивних параметрів складових елементів та реального закону зміни натягу нитки [1,2].

**Об'єкт та предмет дослідження.** Об'єктом дослідження виступають технологічні процеси текстильної галузі, а предметом дослідження виступає система подачі ниток.

**Методи та засоби дослідження.** Теоретичною основою при вирішенні науково-технічної проблеми є праці провідних вчених в галузі текстильного виробництва, механіки нитки, математичного моделювання [1,3]. У теоретичних дослідженнях використано методи інтегрального та диференційного числення, теоретичної механіки, планування експерименту та статистичної обробки результатів досліджень [1,4].

**Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.** Оптимізація натягу текстильної нитки перед робочою зоною технологічного устаткування (зона в'язання, формування тканини, зшивання деталей одягу) з позиції його мінімізації дозволяє зменшити обриви ниток, час зупинки технологічного устаткування і підвищити якість продукції що випускається [1-3].

**Результати дослідження.** На рис.1 показана загальна розрахункова схема. Нитка

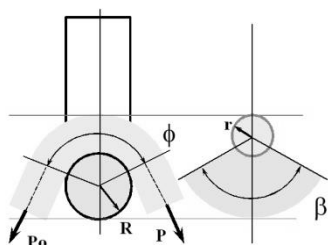


Рисунок 1- Загальна розрахункова схема

огинає циліндричну напрямну поверхню радіусу  $R$ . Вхідний натяг нитки дорівнює  $P_0$ , а вихідний натяг нитки дорівнює  $P$ . Кут охоплення ниткою циліндричної напрямної дорівнює  $\varphi = \varphi_P + \varphi_{см1} + \varphi_{см2} - \varphi_{уж1} - \varphi_{уж2}$ , де  $\varphi_P$  - кут охоплення ниткою напрямної без урахування зминання та жорсткості на згин (на рис.1  $\varphi_P = \pi$ );  $\varphi_{см1}, \varphi_{см2}$  - кути, на які збільшується кут  $\varphi_P$  за рахунок деформації зминання в зоні контакту нитки з напрямною;

$\varphi_{уж1}, \varphi_{уж2}$  - кути, на які зменшується кут  $\varphi_P$  за рахунок наявності жорсткості нитки на згин. Система диференціальних рівнянь, яка описує рівновагу нескінченно малого елемента нитки  $ds = (R+r)d\varphi$  ( $s$  - дугова координата) має вигляд [1-3]

$$\frac{dP}{ds} = F_{TP}, \quad N = b_l E_l \delta, \quad \frac{P}{[R + r(1 - \delta)]} = N, \quad (1)$$

де  $P$  - натяг нитки;  $F_{тр}$  - сила тертя, яка діє на нескінченно малий елемент нитки;  $N$  - питома нормальна реакція напрямної поверхні;  $s$  - дугова координата;  $b_l$  - ширина сліду контакту нитки з напрямною поверхнею;  $E_1$  - модуль пружності нитки при стисканні [1].

Виходячи з цього силу тертя  $F_{тр}$  та коефіцієнт тертя  $f$  можна представити наступними залежностями

$$F_{TP} = f_{TP} N^n, \quad f = \frac{a}{b \varphi^{n_1}}, \quad f_{TP} = \frac{4 \sin(\frac{\beta}{2})}{\beta + \sin(\beta)} \frac{a}{b \varphi^{n_1}}. \quad (2)$$

де  $n, a, b, n_1$  - деякі константи, значення яких залежить від виду матеріалів нитки та напрямної та умов взаємодії між ними;  $f_{TP}$  - приведений коефіцієнт тертя;  $\beta$  - радіальний кут охоплення нитки поверхнею напрямної [5];  $f$  - коефіцієнт тертя при відсутності радіального охоплення. Так значення  $n$  знаходиться в межах  $2/3 \leq n \leq 1$  [1,3]. Коли  $n_1 = 0$ , то з другого рівняння системи (2) будемо мати  $f = a/b$ .

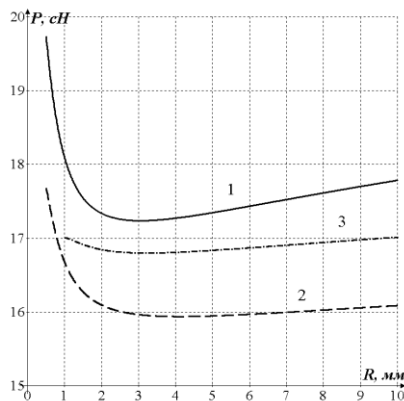


Рисунок 2- Залежності натягу ведучої гілки нитки від радіусу циліндричної напрямної

Чисельне інтегрування систем диференціальних рівнянь (1) та (2) дозволило побудувати графічні залежності натягу ведучої гілки нитки від радіусу циліндричної напрямної (рис.2): для капронової комплексної нитки 174 Т (1 крива); для віскозної штапельної пряжі 93,5 Т (2 крива); для бавовняної пряжі 100Т (3 крива).

**Висновки.** Отримані залежності вихідного натягу текстильної нитки від радіусу кривини направляючої поверхні великої кривини, вхідного натягу, кута охоплення, виду сировини з урахуванням співвідношення радіусу перетину нитки та внутрішнього радіусу спрямовувача з урахуванням жорсткості на згин, деформації в зоні контакту, нелінійної залежності коефіцієнту тертя від вхідного натягу та радіусу кривини поверхні в нормальній площині.

**Ключові слова:** текстильна нитка, направляюча поверхня, кривина, тертя, радіальне охоплення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Щербань В.Ю. Алгоритмічні, програмні та математичні компоненти САПР в індустрії моди/ В.Ю.Щербань, О.З.Колиско, М.І.Шолудько, В.Ю.Калашник. – К.:Освіта України, 2017. – 745 с.
2. Щербань В.Ю. Математичні моделі в САПР.Обрані розділи та приклади застосування/В.Ю.Щербань, С.М.Краснитський, В.Г.Резанова.-К.:КНУТД, 2010.-220 с.
3. Щербань В.Ю. САПР обладнання легкої та текстильної промисловості /В.Ю.Щербань, Ю.Ю.Щербань, О.З.Клиско. -К.:Конус-Ю, 2007.- 275с.
4. Ресурсоощадні технології виробництва текстилю, одягу та взуття: монографія: в 2 т. Т.1/Теоретичні основи та методи розроблення ресурсоощадних технологій та обладнання для виробництва текстилю, одягу та взуття/ В.Ю.Щербань, Б.Ф.Піпа, В.В.Чабан та ін. – К.:КНУТД, 2016. – 373 с.